JAXA's

[ジャクサス] September 2011
宇宙航空研究開発機構機関誌
No.040

JAXA's No.040
宇宙航空研究開発機構機関誌

CONTENTS

表紙：地球に帰還中のソユーズ宇宙船（25S）から撮影された、国際宇宙ステーションとドッキング中のスペースシャトル「エンデバー号」©JAXA/NASA

INTRODUCTION

7月25日、3人の宇宙飛行士が誕生しました。油井亀美也、大西卓哉、金井宣茂が加わって、日本人宇宙飛行士は総勢11人。国際宇宙ステーション（ISS）で長期滞在中の古川聡宇宙飛行士をはじめ（8〜9ページで打ち上げから現在までの活動を紹介）、来年には星出彰彦飛行士が、2013年末ごろにはコマンダーとして若田光一宇宙飛行士が旅立ちます。日本が世界に誇る有人宇宙技術を獲得した背景には、スペースシャトルを利用した数々のミッションへの参加がありました。今号の特集では、日本の宇宙開発黎明期から今に至る、有人宇宙技術獲得の道のりを紹介します。スペースシャトル退役後、大型貨物輸送を担うこととなった宇宙ステーション補給機「こうのとり」。ISSへ安全に接近するための通信システムはどのように開発されたのか、絶対にぶつけない仕組みとは？　三菱電機㈱鎌倉製作所をたずね、技術者に話を聞きました。そして、小惑星探査機「はやぶさ」の映画化を記念し、“ビッグ”な2人の対談が実現。撮影現場の裏話から、なでしこジャパンとの共通点まで縦横無尽なトークをお楽しみください。

©JAXA/NASA

スペースシャトルと共に歩んだ日本の有人宇宙開発

7月21日、スペースシャトル「アトランティス号」が地球に帰還し、世界の宇宙開発を牽引した歴史に幕を下ろしました。宇宙実験の実施、「きぼう」日本実験棟の組み立てなど、数々のミッションを通じて有人宇宙技術を獲得した日本。スペースシャトルの支えによって発展をとげた宇宙開発の歴史をひもといていきます。

未知の領域を切り拓くスペースシャトルがもたらした有人宇宙技術

――日本の有人宇宙活動は1992年のFMPT（第一次材料実験）から始まりました。

矢代　72年にアポロ計画が終了後、アメリカはスペースシャトル計画を進めていました。ヨーロッパはアメリカに協力し、スペースシャトルに搭載する実験室スペースラブを開発していました。日本でも78年に宇宙開発委員会が日本の宇宙開発の進め方の指針となる「宇宙開発政策大綱」を策定し、この中で「スペースシャトルの積極的利用」がうたわれました。これを受けて、79年に宇宙開発委員会第二部会から「スペースシャトルの利用の推進について」という報告書が作成され、「83年ごろに第一次材料実験（FMPT）計画を実施し、その際日本人科学技術者を搭乗させる」という指針が出されました。これによってFMPTがスタートしたのです。

――当時の宇宙開発事業団（NASDA）が初めて有人の宇宙計画に取り組むことになったわけですね。

矢代　そうです。しかし、いざ始めてみると、問題点が次々と明らかになってくる。一方、予算はなかなか付かず、担当者も少ないということで、FMPTは先が見えない非常に苦しいスタートを切ることになりました。83年1月の日米首脳会談で日本人をスペースシャトルに乗せる合意がなされ、84年、やっと開発予算が認可されました。34の実験テーマも決定しましたが、宇宙実験装置の開発は未経験の領域であり、担当者は装置の開発やNASAの厳しい安全審査など多くの困難に直面することになりました。

日本初の宇宙飛行士誕生直後のチャレンジャー事故

――スペースシャトルに搭乗する日本人宇宙飛行士の募集はいつ始まったのですか。

矢代　83年12月1日に募集を開始しましたが、NASDAではそれ以前から宇宙飛行士の選抜方法については検討していました。翌84年1月31日に募集は締め切られ、85年8月7日に最終選考が行われ、毛利衛宇宙飛行士、向井（当時は内藤）千秋宇宙飛行士、土井隆雄宇宙飛行士の3人が選ばれました。

――訓練はどのように行われたのですか。

矢代　FMPTは88年1月に実施されることになっていたのですが、有人飛行はNASDAとしても初めてなので、訓練の方法も走りながら作っていく感じでした。当時、実験装置は開発の途中で、まだ実物が無い。モックアップを作る予算も無いという状況の中で、各実験の研究者を訪ね、勉強を始めました。ところが、翌86年1月28日にチャレンジャー事故が起ってしまいました。宇宙飛行士の訓練も実験装置の開発も続けなくてはならないのに、スペースシャトルの

矢代清高
YASHIRO Kiyotaka
元宇宙航空研究開発機構広報部長
現(財)日本宇宙フォーラム常務理事
FMPTミッションにおいて、日本初の宇宙飛行士募集・選抜・訓練にかかわる

飛行は見通しがたたなくなり、当然、予算も付かなくなりました。

——FMPTはどうなってしまうんだろうと思いませんでしたか。

矢代　頭の中が真っ白になってしまいましたね。しかし、今は先が見えず、お金も無い最悪な時期だけれども、スペースシャトルの飛行が再開されれば、状況はまったく変わってくると思っていました。

「きぼう」「HTV」に受け継がれるフロンティアスピリット

——結局、シャトルの飛行中断は2年8カ月に及びました。

矢代　NASDAのメインの仕事はロケットで人工衛星を打ち上げることでしたから、当時は外部からずいぶん厳しい評価もいただきました。しかし、シャトルの飛行が再開され、国際宇宙ステーション計画もかなり進むようになって、FMPTにもようやくまとまった予算が付くようになりました。91年に打ち上げとなり、「ふわっと'91」という愛称も付けられました。シャトルのエンジンの水素漏れで、打ち上げが1年遅れて「ふわっと'92」となり、毛利宇宙飛行士が宇宙へ飛び立ったのは計画から3年8カ月遅れた92年9月12日でした。結果としてはその間に宇宙飛行士の訓練が十分に行え、装置も仕上がって、日本初の宇宙実験は大成功を収めました。

——振り返って、FMPTの意義とは何でしょうか。

矢代　今は日本人宇宙飛行士も当たり前のように国際宇宙ステーションに行ける時代になりましたが、FMPTでは、わずか7日間（実際にはエンデバーの飛行が1日延長されたので8日間）の宇宙実験のために、みんなが10年以上も七転八倒の苦しみを味わった。しかし、最初はこれしかなかったわけです。その財産は今、JAXAやメーカーさんの中に残っています。得られた知識や人脈は綿々と引き継がれ、「きぼう」やHTVを実現させました。宇宙飛行士の選抜や訓練についても、これまでの経験が生かされています。

——今後の日本の宇宙開発を考える上で、FMPTが参考になることはありますか。

矢代　FMPTは宇宙開発政策大綱が打ちだした大きな目標を実現しました。今の日本はいろいろな面で厳しい状況にありますが、当時も経済情勢を含め、困難はたくさんありました。目先のことにとらわれず、これからの日本の宇宙開発を総合的にどう進めていくか、大きな視点で見ていくことが必要ではないでしょうか。

上／1985年8月7日赤坂プリンスホテルで開かれた記者会見。日本人初の宇宙飛行士が誕生した瞬間だ。右から毛利、向井、土井宇宙飛行士
下／ニワトリの卵を使った実験を実施する毛利宇宙飛行士。持っているのは卵の入ったラック©JAXA/NASA

8日間で34テーマの実験に成功 研究者が、技術者が、ゼロから挑んだ日本初の宇宙実験

——当時の宇宙開発事業団（NASDA）には、宇宙実験についての情報やノウハウはどのくらいあったのでしょうか。

小山　FMPTをスタートしたころ、NASDAは小型ロケットを使った宇宙実験を行っていました。ですから、ノウハウが全く無かったわけではなく、材料系の実験装置をかなり開発しました。基礎的な勉強はある程度できていたのですが、スペースシャトルを使って有人で実験を行うということとは大きな差がありました。FMPTは、NASDAとしてはほとんどゼロからスタートしたという感じです。

——「第一次材料実験」と、「材料」という言葉が入っていましたが、ライフサイエンス系まで含めたいろいろな分野を実験することになりましたね。

小山　そのころの微小重力実験は材料実験が主でしたから、その分野の実験が多かったのですが、最初からライフサイエンス系の実験もしようと考えていたわけです。最初にテーマを公募したのが79年でした。103の応募があり、最終的に34のテーマが選定されたのは82年のことでした。材料系の実験が22、ライフサイエンス系の実験が12でした。103もの応募があったというのは、当時世の中の気運として、宇宙実験というものが盛り上がってきていたのだと思います。とはいえ、FMPTは当時予算が付かず、数年間、足踏みしました。

宇宙空間で正常に動くか、NASAの安全基準をクリアできるか

——実験装置の開発は、当時かなり大変だったと聞いていますが、いかがでしょうか。

小山　やはり大変でした。そうとしか言いようがない（笑）。わが国最初の宇宙実験なので、いろいろな研究者に実験してもらおうと、たくさんの実験を詰めこんだんです。苦労したことの1つは、関係者が大勢いることです。まず実験をする研究者がいるのですが、われわれは研究者ではないため科学の詳細な内容が分からない。それから実験装置を開発する企業がいる。ロケットや人工衛星の開発ならメーカー1社ということが多いのですが、FMPTの場合はいろいろな企業が参加した。NASAとの調整も必要です。とにかく全体をコントロールして進めるのが大変でした。

実験装置の開発も同様でした。宇宙空間でちゃんと動くものを作らなくてはなりません。例えばライフサイエンス系の実験に使う電気泳動装置は苦労しました。それから材料系の実験で使う「音波浮遊炉」は音波で試料を空間に固定するのですが、波長をコントロールするのが難しかった。受精卵を打ち上げてニワトリの発生を調べる実験では、打ち上げ時のシャトルの振動で卵が壊れてしまう。ゲル材の緩衝材を使って解決するまで、これも苦労しました。

——NASAの安全審査をクリアするのも大変だったようですね。

小山　FMPTは有人で行う実験なので、宇宙飛行士の安全が絶対です。そのためのNASAの規則書は記述が具体的ではなく、内容を理解するためにずいぶんNASAとも議論し、これをクリアするのが一苦労でした。しかもチャレンジャー事故の後、安全設計の考え方はさらに厳しくなりました。

10余年の苦闘が世界に誇る技術力を生み出す

——そのチャレンジャー事故ですが、しばらくは、シャトルの打ち上げがどうなるか見通しが立たない時期もあったと思います。その時はどうされていたのですか。

小山　開発を進めていました。途中で止めないで、とにかくきちんと作ってしまおうということでやっていました。

——FMPTは92年に「ふわっと'92」として実施されました。実験装置はすべて作動したのですか?

小山　はい。FMPTの実験装置はすべて動きました。電気泳動装置の一部不具合がありましたが、34テーマの実験はすべてできました。あれだけの実験装置を実験ラックにぎりぎりに詰めこんで、NASAから「もう少し余裕をもて」と言われたくらいなのですが、それが全部動いて、実験テーマを全部実施した。これはあの時代、なかなか大したことだったと思います。

——最初の宇宙実験でそれだけ順調にいったというのは、今考えると本当にすごいことですね。

小山　皆さんが努力されたということだと思います。日本で最初の宇宙実験だったし、もう国際宇宙ステーション計画が決まって、動いていたので、ここはやはり将来に向かって頑張らなければいけないという気持ちが、皆さんにあったと思います。「ふわっと'92」の後、94年には向井千秋宇宙飛行士が搭乗したIML-2でも日本の宇宙実験を行いました。こういうことの積み重ねが、今の「きぼう」までつながっているわけです。

小山正人
KOYAMA Masato
有人宇宙環境利用ミッション本部
宇宙環境利用センター特任担当役
FMPTミッションでは、ライフ系実験装置の開発・実験運用を担当

前庭機能実験装置
宇宙酔いのメカニズムを研究するため、2個の水槽それぞれにコイを入れ、生命維持を行いながら脳波計測を行った。コイの排泄物を除去するフィルターや水循環ポンプなど生命維持のための機器が組み込まれている

イメージ炉
ハロゲンランプから放射される赤外線を集めて試料を溶融する装置。この装置を使って4つの実験が行われた

日本の歴代シャトルミッション

スペースシャトルミッションへの参加によって、日本は宇宙実験の実施、有人宇宙施設の開発・運用など、有人宇宙技術を着実に獲得してきました。日本にかかわるシャトルミッションは計35回におよびます。このうち日本人宇宙飛行士が搭乗したミッションはのべ13回、日本の実験にかかわるミッションは17回、日本の実験機器輸送にかかわるミッションは14回あり、シャトルは日本人宇宙飛行士が搭乗しないミッションでも、実験の実施や実験機器の輸送などの面で大きな役割を果たしました。ここでは、毛利宇宙飛行士から山崎宇宙飛行士まで、歴代シャトルミッションを振り返ります。

※STSとはSpace Transportation Systemの略。シャトルの打ち上げミッションには、この頭文字を取ったSTSに番号が付けられる。
※日付表記は全て日本時間

STS-47
（1992年9月12日～20日）
毛利衛宇宙飛行士
日本人初のシャトル搭乗 日本初の宇宙実験
シャトルに搭載されたスペースラブ（宇宙実験室）で、8日間の飛行中に34テーマの実験が行われた。ライフサイエンス実験では、微生物、動物培養細胞、植物、人間を含む動物などを対象に重力や宇宙放射線の影響が調べられ、宇宙環境は生物の成育に致命的とはならないものの、さまざまな影響を与えることが分かり、今後の研究の必要性が認識された。

宇宙で発育し、地上に帰還してから元気にふ化したひよこたち

STS-65
（1994年7月9日～23日）
向井千秋宇宙飛行士
脊椎動物で初めて宇宙メダカ誕生
イモリやメダカなど、生物に対する宇宙環境の影響を調べる実験では、骨形成細胞の遺伝子発現や、両生類の発生に重力が微妙な影響を及ぼすことが明らかになった。

メダカの実験では43個の卵が確認され、8匹がふ化した。日本科学未来館などで、宇宙メダカの子孫が公開されている

STS-72
（1996年1月11日～20日）
若田光一宇宙飛行士
ロボットアームを駆使して衛星を回収
日本人初のミッションスペシャリストとして、シャトルのロボットアームを使い宇宙実験・観測フリーフライヤ（SFU）の回収に成功。さらに国際宇宙ステーション（ISS）建設に向けた船外試験の実施を、ロボットアームを操作しサポートした。

ロボットアームの名手である若田宇宙飛行士によってつかまれたSFU

STS-87
（1997年11月20日～12月5日）
土井隆雄宇宙飛行士
日本人初の船外活動、衛星を手で捕獲
ISS組み立てに用いる機器の機能や操作性の検証試験を行うため、日本人宇宙飛行士として初めて船外活動を行った。またスパルタン衛星（太陽コロナ観測衛星）を手で回収するという非常に難しいミッションも成功させた。

スパルタン衛星放出の際、ロボットアームが衛星に接触して回転を始めたため、急遽、手動で回収することになった

STS-95
（1998年10月30日～11月8日）
向井千秋宇宙飛行士
無重力が人体に及ぼす影響の解明
重力が植物に与える影響を観察するキュウリの発芽実験や、無重力環境が人体に及ぼす影響を調べるため、自ら被験者となって睡眠中の脳波など医学データを取得した。

1962年、アメリカ人として初めて地球周回軌道を飛行したジョン・グレン宇宙飛行士。STS-95搭乗時は77歳で、史上最高齢の宇宙飛行士となった。画像はグレン宇宙飛行士から採血する向井宇宙飛行士

若田宇宙飛行士に聞く ポスト・シャトル時代の宇宙開発の行方

若田光一
WAKATA Koichi
第38次/第39次長期滞在クルーとしてISSに長期滞在予定。日本人初のコマンダーとして滞在期間中の指揮をとる

スペースシャトルが確立した宇宙飛行士を育てるシステム

――日本の有人宇宙活動にとってスペースシャトルはどんな役割を果たしたのでしょうか。

若田　これまで宇宙に行った人たちは世界で5百数十人いますが、その中の355人はスペースシャトルで飛んでいます。スペースシャトルはアメリカの宇宙往還システムですが、日本を含め世界の多くの国々の有人宇宙活動の発展に大きく貢献しました。日本の有人宇宙活動は、宇宙環境を利用して実験をするところから始まったわけですが、その後さらに人工衛星の回収、船外活動、国際宇宙ステーション（ISS）の組み立てと、定常的なISSの軌道上運用へとその領域を着実に拡げてきました。スペースシャトルが無かったらこのような形での日本有人宇宙活動の発展はなかったのではないかと思います。

――若田さんご自身の経験ではいかがでしょう。

若田　宇宙飛行士としての自分を育ててくれたのがスペースシャトルだったと思います。スペースシャトルはそれ自体、多機能で洗練されたシステムですが、加えてNASAの持つ宇宙飛行のための効率的な訓練に関するノウハウも豊富で、そのシステムの中で訓練を重ねていけば確実に宇宙に行って仕事ができるようになっています。地上管制局の体制なども含め、NASAの宇宙飛行運用システム全体がスペースシャトル計画で確立されたと思います。私は92年に宇宙飛行士候補者に選ばれ、96年に初めての宇宙飛行に参加しました。訓練カリキュラムが非常に充実していたので、短い期間の訓練でも宇宙に行くことができたのです。96年のエンデバー号での飛行でロボットアームによる日本の人工衛星である宇宙実験・観測フリーフライヤーの回収、2回目の2000年のディスカバリー号の飛行でもロボットアームによるISSの組み立て作業を担当しました。3回目の飛行では、行きはディスカバリー号に搭乗し、S6トラスというアメリカの構造体のISSへの取り付け、帰りはエンデバー号でISSに運ばれてきた「きぼう」の最終組み立て部分である船外実験プラットフォームの組み立てなどの作業に参加させていただきました。ISS組み立てや運用の要員として宇宙飛行士候補者に選抜されたわけですが、その目標をかなえてくれたのがスペースシャトルでした。

宇宙へ行くという大きな夢と、大きなリスク

――カプセル型の宇宙船に比べて、スペースシャトルという再使用型の宇宙船が優れているのは、どのような点であると考えていますか。

若田　1つの往還システムで非常に多様な機能を有していることが一番の利点だと思います。例えばハッブル宇宙望遠鏡はスペースシャトルの5回のサービスミッションがなかったら延命できなかったでしょうし、スペース・ラブを使った数多くの宇宙実験ミッションの実施やISSの建設なども、他の宇宙船にはないスペースシャトル独自の能力を存分に生かした有人宇宙活動だったと思います。これだけの能力を持っている宇宙船は今後なかなか出てこないでしょう。

――一方で、チャレンジャー事故とコロンビア事故が起こってしまいました。

若田　そうですね。スペースシャトルは有人宇宙活動を世界の多くの人々にとってより身近な存在にしてくれたのと同時に、人間が宇宙に行くことがいかに大きなリスクを伴っているかをも教えてくれた宇宙船でした。スペースシャトルの持つ能力は非常に高いものですが、開発が行われた70年代の米国における技術水準と当時の政治・経済の状況下では、安全性と経済性を共に十分満足できる有人宇宙往還システムを構築することは、世界の宇宙開発をリードしてきた米国にとっても難しい課題であったと思います。

――スペースシャトル計画がスタートする前にはさまざまタイプが考えられましたが、最終的にオービターと外部燃料タンク、固体ロケットブースターという組み合わせになりました。当時としては現実的な解であったのでしょうか。

若田　固体ロケットを使わない液体燃料ブースターによる完全再使用型など、いろいろなオプションがありましたが、当時の技術水準と開発予算などから最終的にこのような形になったのだと思います。チャレンジャー号とコロンビア号の事故が教えてくれたことは、いかに安全な初期システム設計が重要で、設計時に予想していなかった不具合事象が発生した時にその抜本的な解決を図らないまま運用を続けることがいかに危険なのかということではないかと思います。

――コロンビア事故後のシャトル飛行再開に当たっては、若田さんは機体の損傷を検査するセンサ付き検査用延長ブーム（OBSS）の開発に直接関わりましたね。

若田　ISS計画を成功させるためにはスペースシャトルはなくてはならない。絶対に安全な乗り物にはならないけれど、許容できるところでリスクを低減させなければなりません。コロンビア事故調査委員会からは、事故の原因になった外部燃料タンクの断熱材の剥離（はくり）を無くすこと、機体の熱防護システムが損傷を受けたとしてもそれを発見できる検査能力を持つこと、損傷が安全な帰還に影響を与える場合には軌道上で修理する能力を持つことなどが提言されました。NASA宇宙飛行士室での担当業務として、私も熱防護システム検査・修理用ブームであるOBSSの開発に参加させてもらいました。同僚の野口聡一宇宙飛行士が搭乗したスペースシャトルの飛行再開ミッションSTS-114に向けて、スペースシャトル飛行の安全性を高めるための物作りに参加できたことは宇宙飛行士冥利に尽きる仕事でした。

日本オリジナルの有人宇宙船開発を目指して

――そのスペースシャトルの退役について、どんな思いでいますか。

若田　本当に寂しいかぎりです。世界中の多くの方々に宇宙への夢を届けてくれた乗り物ですから。今NASAが開発している次世代の宇宙船MPCVはちょっと見るとアポロ宇宙船のようで、先祖返りみたいな印象があるかもしれませんが、その中に搭載されている機器類は、スペースシャトルの経験も含めて洗練された全く新しいものになっています。さらに米国では民間企業による有人宇宙船の開発も着々と進められています。これまでNASAでスペースシャトルやISSの開発や運用に携わった経験を持っている技術者や地上管制官、宇宙飛行士だった人たちの中には民間主導の宇宙船開発の現場に転職している人もいます。スペースシャトルの技術遺産はそういった形でも受け継がれていくのではないでしょうか。

――日本の有人宇宙活動も、これからはスペースシャトル時代とは違う段階に入っていくわけですね。

若田　ポスト・スペースシャトル時代、そして2020年まで運用される事になるISSの時代のさらに先までを考えた場合、「きぼう」の開発と運用を通して学んだことをきちんと次につなげていくことが大切だと思います。日本が科学技術立国として存続して行く中で宇宙はそれを支える重要な根幹技術の1つになるでしょう。日本には世界に誇れる技術がたくさんあります。そこには信頼性の高いロケット、「きぼう」やHTV（こうのとり）に代表されるような安全性・信頼性技術、運用管制なども含めた総合的な有人宇宙技術も含まれます。これまで私たちが学び、確立してきた有人宇宙技術を生かして、次につなげていく必要があると思います。私たちはスペースシャトルやソユーズ宇宙船の素晴らしさも、またその問題点も学びました。中国も独自の有人宇宙開発を進めています。今後、インドやヨーロッパの国々なども有人宇宙船を開発していくと思いますし、アメリカでは民間レベルでの有人宇宙船開発の取り組みが本格化してきています。日本はISSに物資を送り届ける能力は既に「こうのとり」で確立していますので、今度は「こうのとり」の発展型でペイロードを地球に帰還させる能力を確立していく。長期ビジョンに基づき、技術開発においてもできることを一歩一歩着実に進め、信頼性技術や小型化技術などをはじめ、日本独自の優れた技術を生かしながら有人宇宙船の開発へと発展させていくことができるのではないかと思います。

――将来、独自の有人宇宙船を開発していくにはいろいろな技術が必要です。これまで習得した技術の中で、何が特に重要だと考えますか。

若田　「きぼう」や「こうのとり」の開発でJAXAやメーカーの皆さんが非常に苦労したところの1つが、安全性の部分ではないかと思います。有人宇宙システムの開発と運用を通して、どういう考え方に基づいてシステムを構築していけば、納得できるレベルの安全性に効率的に到達できるのかという知見を私たちは獲得しました。この安全性に関するノウハウは宇宙に限らず、世の中で利用されているさまざまな交通システムやエネルギー関係の巨大システムなど多岐にわたる分野で生かしていける重要な技術だと思います。

――現在、古川聡宇宙飛行士がISSに長期滞在中です。古川宇宙飛行士の活動をどう見ていますか。

若田　思いやりのある古川さんらしい大活躍をしてくれていると思いますね。初飛行で長期滞在ですから、訓練や準備では大変なこともあったと思いますが、いつも笑顔で頑張ってくれていますし、筑波の運用管制チームを始め、ISSの運用を地上で支えている世界各国の方々から大きく信頼されています。宇宙飛行においては、常に自分の心身の状態をきちんと把握することはとても重要ですが、彼は医師でありそのあたりもしっかりと分析しながら仕事をしてくれているので、軌道上の作業が立て込んでいて休息が十分に取りにくいスケジュールが続くような状況でも安心です。それから、あまり報道などでは強調されていませんが、古川さんは新型ソユーズ宇宙船のフライトエンジニアという難しい仕事も完璧にこなしています。ロシア・星の街のソユーズ宇宙船の教官の皆さんも古川さんの訓練や軌道上での仕事振りを絶賛しています。古川さんの活動を見ていると、JAXA宇宙飛行士の同僚として誇りに思います。

STS-99
（2000年2月12日～23日）
毛利衛宇宙飛行士

24時間体制で地球を観測

地球表面の詳しい立体地形図を作るために、シャトル本体に取り付けられたアンテナと、シャトルから伸ばした船外アンテナでデータを取得。24時間交代制で観測を行った。地球観測はISSの主要な目的の1つであり、この分野の経験を深めることができた。

高精細度テレビカメラを操作する毛利宇宙飛行士

STS-92
（2000年10月12日～25日）
若田光一宇宙飛行士

ISS組み立てミッションに初参加

若田宇宙飛行士は日本人として初めてISSの組み立てに参加。シャトルのロボットアームを巧みに操作して、部品の取り付けや船外活動を支援した。

ロボットアームにクルーを乗せて船外の作業場へ。正確で繊細なアーム操作に、NASAから「Koichi, You are the Man!（光一、君は最高だ！）」と賞賛が

STS-114
（2005年7月26日～8月9日）
野口聡一宇宙飛行士

飛行再開ミッションで船外活動の主担当として活躍

「コロンビア号」事故以来の飛行再開ミッション(Return to Flight)。野口宇宙飛行士は3回の船外活動の主担当として、ISSの姿勢をコントロールしている装置の交換や部品の組み立てを行った。

20時間あまりの船外活動を成功させた野口宇宙飛行士。コリンズ船長は「野口さんはファンタスティックなクルーで、3回の船外活動もファンタスティックな任務だった」と評価

STS-123
（2008年3月11日～27日）
土井隆雄飛行士

「きぼう」打ち上げ第1便 船内保管室取り付け

「きぼう」日本実験棟の船内保管室が打ち上げられ、土井宇宙飛行士がスペースシャトルのロボットアームを操作して船内保管室の取り付けや整備を行った。日本が開発した有人宇宙施設が機能し始めた歴史的瞬間に、土井宇宙飛行士は「日本にとって、新しい、よりすばらしい宇宙時代の幕開けです」とコメント。

ドッキングのためISSに近づくエンデバー号。貨物室に見えるのが「船内保管庫」

STS-124
（2008年6月1日～15日）
星出彰彦宇宙飛行士

「きぼう」打ち上げ第2便 船内実験室取り付け

「きぼう」の船内実験室とロボットアームの取り付け完了。ISS上で「きぼう」の中心部が完成した。星出宇宙飛行士はISSのロボットアームを日本人で初めて操作し、「きぼう」にかかわる作業全般を担当。

のれんをくぐり、船内へ入室する星出宇宙飛行士ら

STS-119～STS-127
（2009年3月16日～7月31日）
若田光一宇宙飛行士

「きぼう」打ち上げ第3便 日本人初の長期滞在

若田宇宙飛行士は、日本人として初めて約4カ月のISS長期滞在を果たした。ISSのロボットアームの操作により、STS-119ミッションではISSの組み立てを支援、また、STS-127ミッションでは「きぼう」の船外実験プラットフォームと船外パレットを取り付けた。

取り付けられた船外実験プラットフォーム。これにより、軌道上での「きぼう」の組み立てが完了した

STS-131
（2010年4月5日～20日）
山崎直子宇宙飛行士

日本人宇宙飛行士2人がISSに同時滞在

物資輸送責任者として、約6トンの補給品や宇宙実験材料をISSへ運ぶとともに、ISSとシャトルのロボットアームの操作を担当。また、2009年12月から長期滞在中の野口宇宙飛行士と合流し、日本人宇宙飛行士2人のISS同時滞在が実現した。

広報イベントに参加し子供たちと交信する山崎、野口両宇宙飛行士

古川宇宙飛行士 ISS滞在3カ月経過

長期滞在ミッションの舞台裏

6月から始まった古川聡宇宙飛行士の国際宇宙ステーション(ISS)長期滞在ミッション。科学利用から宇宙医学まで幅広い分野の実験や、地上の子供たちとの交信イベント、ツイッターを使った自身の体の変化レポートなど、忙しくも充実した日々をおくっています。6月から8月にかけての古川宇宙飛行士の活動をご紹介します。

休日返上で実験準備

古川宇宙飛行士の主なミッションは、「きぼう」日本実験棟での科学的・医学的な実験の実施と、ISSの運用・維持管理です。古川宇宙飛行士がISSに到着した前後にスペースシャトルの打ち上げがあったため、各国の器材や実験試料、生活物品などの受け入れや、地上への回収に向けた搬出作業が多く設定されましたが、確実かつ丁寧に地道な作業に対応しました。ただその分、予定されていた実験のスケジュールにも見直しが入りました。「通常、宇宙飛行士は土日は休日なのですが、この2カ月間に、2回の土曜日をボランタリー活動として仕事にあてたり、余暇時間や休みの合間を縫って、実験準備作業などを自主的に入れてもらうなどし、実験スケジュールを立て直してくれました。とても大忙しの2カ月でした」と、宇宙環境利用センターの小川志保さん。宇宙環境利用センターでは、地上から実験のサポートやスケジュール調整を行い、古川宇宙飛行士は準備作業をしっかりこなしながら、「きぼう」での宇宙実験を開始しました。

宇宙放射線計測から植物成長実験まで宇宙実験スタート

古川宇宙飛行士がISS搭乗直後に行ったのは、「PADLES」と呼ばれる宇宙放射線計測器を設置することでした。宇宙放射線の測定は、2008年から継続的に行われている実験で、「きぼう」船内17カ所に設置して船内の宇宙放射線を測定する「Area PADLES」と、個人の被ばく量を計測するために宇宙飛行士が常時携帯する「Crew PADLES」があります。地上で私たちが日常生活を送る中での被ばく線量は、1年間で約2.4ミリシーベルトと言われていますが、ISS滞在中の宇宙飛行士の被ばく線量は、1日当たり1ミリシーベルト程度になり、ISS滞在中の1日当たりの放射線量は、地上での約半年分に相当します。そのため、宇宙飛行士は宇宙滞在で受ける放射線に対する生涯の上限値が決められており、毎回の宇宙滞在での放射線被ばくの計測が非常に重要になります。「Crew PADLES」は、古川宇宙飛行士の帰還時に回収され、筑波宇宙センターで解析される予定です。

「PADLES」の設置後に行われた実験が、タンパク質結晶生成実験です。微小重力環境では、対流の影響を根源的に軽減することにより、地上よりも分子配列のそろった高品質な結晶の生成を行うことができます。分子配列のそろった高品質な結晶を用いると、SPring-8(兵庫県にある大型放射光施設)の放射光照射により、精度の高い数多くの回折データの取得が可能となります。高品質=情報量が多い=構造解析の精度が向上するという図式になり、例えば病的タンパク質の形がより詳しく見えることによって、それをブロックする薬剤候補(阻害剤)の探索(絞り込み)が容易になります。

続いて行ったのが「2次元ナノテンプレートの作製」実験です。ナノとは、ミリメートルの百万分の1を表す言葉で、「ペプチド-PEG」というナノレベルの物質を基板上に規則的に配列させ、ナノレベルの凸凹構造になっているマスクパターン(良質な半導体基板製作のための型)を作ります。地上では重力の影響で配列が不規則になってしまいますが、ISSではその影響がほとんどないため、配列がゆっくりと行われ、きれいなマスクパターンができると考えられています。こうして作られたナノテンプレートは、地上に持ち帰ってシリコンウェハーなどに転写することで、高品質な基板となります。将来、電子材料の小型化や高性能化に役立つことになるでしょう。

古川宇宙飛行士が6月末から7月上旬にかけて行った実験が、「CsPINs」という実験です。「PINs」とは、植物の成長ホルモン「オーキシン」に関わるタンパク質群のことで、その中でも植物が下に向かって成長する重力形態形成に関わる「PIN1」と、水分を感知してその方向に曲がる水分屈性に関わる「PIN5」の働きを明らかにするための実験です。この実験ではキュウリを種子から生育し、いろいろな過程での生育状態やタンパク質の分布を調べます。地上での植物栽培技術に貢献し、将来宇宙で植物を栽培するための研究にも役立つことが期待されています。

最良の実験データを得るため地上と綿密にやりとり

さまざまな宇宙実験を地上スタッフと連携して行っていく上で、「古川宇宙飛行士の科学者としての視点に大変助けられている」と、小川さんは言います。実験の細かな手順はマニュアル化して宇宙飛行士に渡されていますが、古川宇宙飛行士は実験を行う際に、地上スタッフとの間で手順の確認を取り、疑問に感じたことはすぐ問い合わせるなどして、よりよい実験データがとれるような動きをしてきました。試料を攪拌(かくはん)する際の混ぜ具合の強さはどのくらいが適切か、その後、冷凍庫へサンプル保存する適切なタイミングの確認、等々。

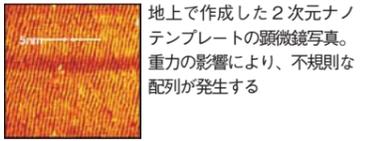
ある日「CsPINs」実験で、サンプルを作製するための器具が通常の動作をしない事態が発生しました。古川宇宙飛行士は慌てず地上と連絡を取り合って、速やかに問題の箇所への対応について情報を把握し、後日、再度実験を行うことができたそうです。

宇宙で健康診断遠隔医療システムの構築を目指す

古川宇宙飛行士の医師としての知識や経験を活かした医学実験も予定されています。8月から9月にかけて実施されるのが、ISSと地上を結び、被験者の医療データを地上に送って検診を行う「宇宙医学実験支援システム」の軌道上実証です。このシステムは、軌道上のデータ収集・モニター用のパソコン(メディカルラップトップ)を中心に、電子聴診器や血中酸素飽和度測定機器(パルスオキシメータ)、心電計、脳波計などから構成され、計測した心音や肺の音、血中酸素濃度などのデータをメディカルラップトップに一元管理し、軌道上でカルテのようにモニタリングでき、データを地上に送信、リアルタイムで計測結果を地上からもモニタリングします。古川宇宙飛行士はこのシステムを使って将来の軌道上自己診断に向け、使い勝手や信頼性の検証を行います。この実験は、宇宙環境での健康管理のシステム作りに役立つだけでなく、地上での遠隔医療技術を確立する基礎となるはずです。

さらに、一般から公募した「宇宙医学にチャレンジ!」と「宇宙ふしぎ実験」も始まりました。地上では両手をゆっくり移動させ指先同士を合わせられるが微小重力ではどうか、氷はどのように溶けるのか、など多彩な実験テーマが用意されています。実験結果はJAXAホームページで映像とともに公開する予定ですので、ぜひご覧ください。宇宙飛行士として、医師として奮闘する古川宇宙飛行士を、これからも応援よろしくお願いいたします。

「2次元ナノテンプレートの作製」実験
電子機器に技術革命を起こす

実験には、ストッパーによって2つに区切られたプラスチック製容器が用いられます。プラスチック製容器の片方に基板を、もう片方に「ペプチド-PEG」を含んだ溶液を入れます。このプラスチック製容器を条件を変えて8種類作り、密封して「きぼう」に運びます。「きぼう」でストッパーを外し、基板と溶液を混ぜ合わせます。その後、3カ月から3カ月半の間、約2℃の環境で冷凍・冷蔵庫で保管。溶液の中の「ペプチド-PEG」は、およそ5ナノメートル幅の規則的な配列を、ゆっくりと基板上に作っていきます。「ペプチド-PEG」が並んだ基板をマスクパターンと呼びます。実験終了後、地上へ回収したマスクパターンを化学処理すると、「ペプチド-PEG」が付着した部分が削り取られ、基板上に凹凸のパターンが作られます。これが「2次元ナノプレート」です。このようにして作製した2次元ナノプレートは、スタンプの要領で別の基板に転写され、半導体素子の基板などに利用されます。

地上で作成した2次元ナノテンプレートの顕微鏡写真。重力の影響により、不規則な配列が発生する

「CsPINs」実験
宇宙で植物を栽培する日のために

キュウリが種から芽を出すとき、根は下へ、芽は上に伸びますが、芽と根の境に「ペグ」という突起が作られます。重力の影響を受ける地上では、ペグは下側にしか作られませんが、微小重力下では上下に2つ作られることが過去の宇宙実験で分かっています。このことから、もともとキュウリの芽生えは2個のペグを発達させる能力を持っているが、地上では重力の影響で、横たえられた芽生えの上側になった部位のペグを抑制しているといえます。この抑制には、植物ホルモンの「オーキシン」が関係しています。宇宙ではオーキシンの抑制作用が機能せず、植物の姿勢や形態に変化が起きるのではと考えられます。

ペグ形成における重力の影響を調べる「CsPIN1」実験では、細胞培養装置で発芽させたキュウリを2つのグループに分け、人工重力下と、微小重力下で生育し、その過程を撮影、サンプルを冷凍保存します。サンプルを地上に持ち帰った後、タンパク質の分布などの解析が行われます。

宇宙(右)と地上(左)でのペグ形成(白い矢じりで示すのがペグ)。宇宙では2つのペグができている

twitter report

6月14日 宇宙放射線計測のための線量計を設置
現在、17個の Area PADLES 線量計がきぼう船内に取り付けられています。この線量計は、見えない宇宙放射線を可視化することができ、また精度の高い被ばく線量計測をすることができます。このPADLESは日本製です。

6月25日「きぼう」で行われたロシアの広報イベントに参加
国際宇宙ステーション内で宇宙飛行士が広報活動を行う場所の一番人気は、実は「きぼう」日本実験棟です。日本人の私のみでなく、米国人やロシア人の仲間も同じです。広くて奇麗だからかもしれません。

7月6日 キュウリの成長実験実施
キュウリを使った科学実験を実施しました。サンプルは現在国際宇宙ステーションを訪問中のスペースシャトル・クルーが持ち帰り、その後地上で分析が始まります。

7月12日 船外活動を支援
7月12日に仲間が宇宙遊泳をしました。私はその準備作業や宇宙服を着せることで支援。チームワークで順調に作業が進みました。

7月14日 ISSクルーとシャトルクルーで夕食
4人のスペースシャトル・クルーと6人の国際宇宙ステーション・クルー全員で夕食。場所はスペースシャトル。私はグリルドチキンとほうれん草を食べました。他の人の上の方にいるマグナス飛行士に注目。宇宙だと空間を広く使えます。

8月2日「きぼう」ロボットアーム制御ラックで作業
仲間の Ron と協力してロボットアームを操作。これは写真用にカメラのほうを向いていますが、操作時はカメラ映像などをモニターして、衝突しないよう注意深く作業します。

古川宇宙飛行士をフォローしよう!
宇宙実験や日々の暮らし、体の変化など、ISS滞在中のリアルなつぶやきはこちらから
→http://twitter.com/Astro_Satoshi

写真©JAXA/NASA

そして私たちの挑戦はつづく。

30年間、人々の夢を運んだ宇宙船へのメッセージ

野口聡一

『「きぼう」日本実験棟の組み立てなどでわれわれにも馴染みの深い宇宙機の雄姿が見られなくなるのは残念です。私自身も、１回目の宇宙飛行ではスペースシャトルに搭乗したので懐かしさと感謝を感じます。スペースシャトルが育んだ宇宙への夢が、新しい世代の有人宇宙船に引き継がれていくことを期待しましょう』(2005年8月 船外活動中)

若田光一

『スペースシャトルの運用経験を通して人類は宇宙のフロンティアをより安全にかつ経済的に切り拓くための知見を獲得でき、それは世界の有人宇宙活動の更なる発展に役立てられることでしょう』(2000年10月 ディスカバリー号のロボットアームを操作)

土井隆雄

『1981年に初飛行して以来、スペースシャトルは私たちの宇宙への夢を膨らませ続けて来た。日本が有人宇宙開発を始め、宇宙ステーション「きぼう」を実現できたのも、スペースシャトルというすばらしい有人宇宙船のおかげだ』(1997年12月 コロンビア号のフライトデッキにて)

毛利衛

『宇宙に行って帰ってくる最高の乗り心地と積載能力を持ったスペースシャトルの貢献に大感謝です。おかげで私も宇宙実験、地球観測とすばらしくよい仕事をさせてもらえました』(1992年９月 エンデバー号内でアマチュア無線実験)

星出彰彦

『私自身、スペースシャトル「ディスカバリー号」に搭乗できたことを幸運に思いますが、スペースシャトル運用を通じて得られた知見・経験を、引き続き日本の宇宙開発にも生かして行きたいと思います』(2008年6月 レーザ測距装置で、ディスカバリー号とISSとの距離と接近速度を測定)

向井千秋

『有人宇宙飛行の大量輸送時代を築いたスペースシャトル計画が終わるのはとても淋しいです。スペースシャトルの宇宙環境利用最盛期に、科学飛行士として、２回の宇宙飛行、２回の交代要員、そして、副ミッションサイエンティストで働いた思い出は、私の生涯の宝です』(1998年10～11月 ディスカバリー号内で植物実験)

山崎直子

『スペースシャトルから得られた知見を生かし、今後、新しい局面を迎えていく有人宇宙開発が、より身近に地球上の生活にも還元されていくよう、心より祈念しています』(2010年4月 観測用ラックの移設準備)

古川聡

『科学技術の発展に重要な役割を果たしてきたスペースシャトルとNASAに敬意を表するとともにこれからの有人宇宙開発の新しい歴史につながるよう、ISSでの長期滞在を頑張ります』(2011年7月 ロシアのサービスモジュール「ズヴェズダ」の窓からアトランティス号を撮影)

1997年11月25日、前代未聞の船外活動が始まった。所定の動作からはずれ、宇宙をさまよいはじめたスパルタン衛星を手動で回収するというミッションだ。写真は、質量約2t、秒速7.7kmで地球を周回するスパルタン衛星が近づくのを待ち受ける土井宇宙飛行士と（右）スコット宇宙飛行士（左）。衛星が30cmほどに近づいた時、両宇宙飛行士が同時に両端を手で掴んだ。この時の様子を振り返った土井宇宙飛行士は、「私達は約2時間の間、スペースシャトルのペイロードベイに立ってスペースシャトルコロンビア号がゆっくりとスパルタン衛星に近づいて行くのを眺めていました。昼と夜が1回ずつ過ぎていくのを見つめていました。見上げると、スパルタン衛星が金色に輝いていて、私自身がこの大宇宙の壮大なドラマの真ん中に立っているのを感じました」と語った。

世界に売り出す メイド・イン・ジャパン 第1回

待ち合わせのターミナル駅で携帯電話が電池切れ……。北口なのか中央口だったか、心細くももどかしい思いを経験したことはありませんか？ 確実なランデブーには信頼性の高い無線通信システムが不可欠です。高度約４００kmを秒速約7.9kmで周回する国際宇宙ステーション（ISS）と、そこに水や食糧や実験試料などを輸送する無人補給機「こうのとり（HTV）」とのランデブーでも、事情は変わりません。２００９年９月、HTV初号機の成功の背後には、信頼性の高い無線通信システムがありました。そして成功の直後には『米オービタルサイエンス社の宇宙輸送機「シグナス」に採用！ ９機分を約60億円で』という発表もありました。日本で生まれ世界で評価される宇宙技術を取り上げる「世界に売り出すメイド・イン・ジャパン」の第1回は、宇宙でのランデブーを支える「PROX（近傍通信システム）」を、三菱電機㈱鎌倉製作所での取材も踏まえてご紹介します。

「こうのとり」のランデブーを支え これからのISSを支える無線通信システム「PROX」

三菱電機株式会社 鎌倉製作所（神奈川県・鎌倉市）

▲津屋直紀さん（宇宙システム部・プロジェクト部長・前列右から3番目）と松本達也さん（宇宙システム部専任・前列右から2番目）、そしてHTVプロジェクトチームの営業／技術者の皆さん

▼ロボットアームに把持されたHTV技術実証機（「こうのとり」の愛称命名は2号機より）

世界初のランデブーに欠かせないピース

「こうのとり」は打ち上げ後、静止軌道上のデータ中継衛星を介して地上と通信リンクを結び、ISSを追いかけるように接近します。後方約５kmの位置に到達したのち、いったんISSの下方（地球側）にもぐり込み、徐々に高度を上げながらランデブーポイントを目指します。

こうやってアプローチする理由は、どの時点で接近を中断（アボート）してもISSへの衝突を避けられるようにするため。しかし下方からの接近なので、より高い軌道にあるデータ中継衛星がISSにさえぎられ、最もクリティカルな段階で無線通信が不安定になってしまうという不都合も生じます。互いの距離や速度を正確に把握しつつ「進め」「止まれ」という指示を確実に届けるためには、それとは異なる経路の無線通信システムが必要となりました。

たとえば大型の船舶が往来の激しい国際港湾に出入りするときには、港の入り口で水先人（パイロット）をブリッジに迎え入れます。その水域特有のルールや地形や潮流を熟知したプロフェッショナルである水先人に操船を委ね、船舶は安全に接岸します。外洋で使われるレーダーに代わる、港湾内での水先人に相当するのが「PROX」だと言えるでしょう。

想定外の事故にも備え 絶対にISSに「ぶつけない」

システムは次のような機器で構成されています。（13ページ図参照）

「きぼう」の外壁に通信用とGPS用のアンテナがそれぞれ設けられ、内部の機器ラックと結ばれています。ラックの中にはGPS・信号処理・送受信の3つの電子機器モジュールが設置され水冷されています。これらのモジュールから室内に向け長いケーブルが伸びており、先端にはクルー向けの操作盤「HCP」があります。これらが一体となって「無線親機」の役目を果たします。そして

HTV側には、2種類のアンテナと通信モジュールからなる「PLS」が、故障に備え2系統、搭載されています。

「構想段階では、EVA（船外活動＝宇宙遊泳のこと）などに使われている既存のISSの無線システムの流用で間に合うのではないかという話もありました。しかし検討を重ねるうち、性能・自在性の点で独自のシステムを持つべきという判断に至りました」（原田基之・JAXA有人環境利用ミッション本部HTVプロジェクトチーム主任開発員）

何より大切なのはクルーの安全です。想定外の事象が起こったとしても、ISSへの衝突だけは絶対に避けなくてはなりません。現に1997年、ロシアの宇宙ステーション「ミール」に、操船試験中の無人輸送船プログレスが衝突し、空気漏れが起きるという事故が起きています。ハッチをまたぐケーブルを切断、空気漏れ区画を封鎖して米ロ3名のクルーは難を逃れましたが、対応を誤ればクルーの命と「ミール」の制御を失いかねない大事故でした。そうした経験も踏まえ、「1系統に故障が起こってもミッションの継続は可能、2系統に故障が起きても絶対にISSにはぶつからない」という評価基準に沿って、設計・開発が進められました。通信中も1秒ごとに異常を診断し、問題が生じればすぐさま冗長系に繰り替える「ハートビートFDIR」といった仕組みもあらかじめ組み込まれています。

「無線システムの規模としては中型衛星クラスと同等ですが、だいぶ勝手が違ったのは、すでにできあがりつつあるJEM（ジェム＝「きぼう」日本実験棟の開発名）に割り込む形で開発・試験を進めなければならなかったことです。関係各社のご協力があればこそでした」（津屋直紀さん・三菱電機株式会社鎌倉製作所宇宙システム部HTVプロジェクト部長）

「われわれがずっと関わってきた衛星ではヒューマンインターフェースは皆無。いっぽう今回はHCPの操作性やメンテナンス性、あるいは触れたときの温度や感電に対する安全性などのヒューマンインターフェイスの部分が非常に重要でした。若田さんはじめ宇宙飛行士の皆さんにもアドバイスされながらの開発、そして“ハッチをまたぐケーブルを30秒以内に切断する”といった非常時の訓練など、新鮮な経験をさせてもらいました」（松本達也さん・同社宇宙システム部システム技術第一課専任）

退役フライトで予備品を輸送 日本方式に対する期待の現れ

2011年夏のこの瞬間も、古川聡宇宙飛行士をはじめ6名がISSに滞在し、「こうのとり」は各極の補給機とともにそれを支える、大きな役割を担っています。

無人補給機であるロシアのプログレス宇宙船と欧州のATVは、有人のソユーズ宇宙船と同じ直径80cmのポートにドッキングします。ロシアのドッキングポートが、飛来する宇宙機を受け止める「グローブをはめた手」だとすれば、「こうのとり」が利用するCBM（共通結合機構）はいわば「素手」。内径が1.3m四方なので大きな荷物が運べますが、強い衝撃は厳禁です。イタリアが開発しスペースシャトルで運ばれた輸送モジュールMPLMもCBMを利用していましたが、これはISSにドッキング後のシャトルの貨物室からロボットアームで掴み出されたものでした。

ロボットアームによる「こうのとり」のキャプチャは、それと同等の“相対静止”、すなわち非常にレベルの高い速度制御が必要とされ、初号機では絶対値で40万分の1、つまりミリメートル毎秒のオーダーを実現しました。そしてこの「キャプチャ・バーシング方式」に「PROX」は欠かせないピースだったのです。

「出力は携帯電話程度ですが、初号機ではだいぶ離れたところでスイッチを入れた途端にロックオン（回線確立）！ うれしい驚きでした。もし通信可能距離が想定より小さければ、アプローチの方法も変えなければならなかった。ホッとしましたね」（原田）

「スペースシャトルの退役フライトとなったSTS－135では、NASA側の強い要望で、PROXの予備品がISSに輸送されました。予備品も含めすべてのモジュールが軌道上に運ばれた、われわれにとっても記念すべきフライトでした」（松本さん）

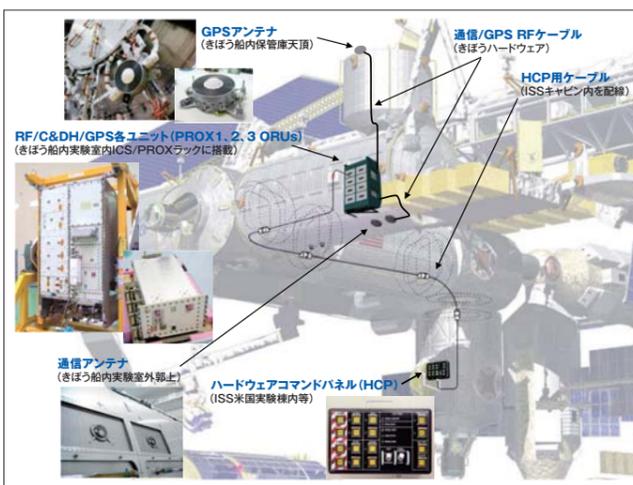
「我が社としても、ハードウエアを提供して終わりではなく、NASAやオービタル社への運用支援や管制官研修など新たなビジネスが生まれています。ゼロからシステムを作り上げたからこそだと思っています」（津屋さん）

日本の「こうのとり」と、日本が実証した「キャプチャ・バーシング方式」に寄せられる大きな期待を象徴する出来事と言えるでしょう。

©JAXA/NASA

◀キャプチャ時にクルーが操作するHCP（ハードウエア・コマンド・パネル）。「短い周期で昼夜が入れ替わる軌道上だからこそ必要だ」との指摘を受け、バックライトの照度を変更するスイッチが加えられるなど、宇宙飛行士のレビューを踏まえ細かな改良が加えられた。

◀増田宇宙通信所（種子島）の敷地内にあるPROXチェックアウト用地上局。HTVのフライトに先立ち、軌道上のPROXの健全性を確認するため設けられた

PROXの配置・配線図
アンテナケーブルは打ち上げ前に配線されたが、通信機本体は軌道上で移設・設置、GPSアンテナはEVAで設置された。HCPの延長ケーブルは普段は巻いて「きぼう」内に保管し、使用時にロボットアーム操作卓まで引き出す

「はやぶさ」が照らすこれからの日本

国民的な人気を集めた小惑星探査機「はやぶさ」。その旅をなぞる映画にJAXAは協力しています。10月1日に公開される『はやぶさ／HAYABUSA』（配給・20世紀フォックス）では、日本を代表する名優・西田敏行さんが、的川泰宣技術参与をモデルとする役を演じました。「はやぶさ」から何を感じたか、映画を通して何を伝えたいかを「本人同士」が語り合います。

対談

西田敏行　俳優

「ニュースで見ていた本物の記者会見場でのロケ、心ワクワクする体験でしたね」

的川泰宣　技術参与

「大ファンでしたが、まさか自分役の西田さんとお目にかかれるとは望外（笑）」

「的が大きいので演じやすかった」

西田　初めてお目にかかったのは、冒頭の講演シーンの撮影現場でしたね。

的川　迫力ある立派な講演で、さすがと思いました。作品のたび違う人物を演じるのは大変だろうに、まして今回は私などを。

西田　いえいえ、的が大きいので、どう演じても外さない（笑）。

的川　たぶん体型のせいでしょう（笑）。

西田　キャパシティの大きさっていうんですかね、お人柄っていうんですかね、そういったものが理屈じゃなくて体に染み入ってくる感じってあるんです。その日は僕にとっての初日でしたが、お目にかかれて「俺は、この先生を演じるために、今ここに役者として存在しているのだ」と。

的川　恐縮です（笑）。ところで「はやぶさ」のことは、以前からご存知でしたか？

西田　ええ、もう帰還のニュースをワクワクしながら見ていましたよ。意気消沈している日本が元気になる要素が、たくさん詰まった出来事だった。だから映画化の話が来たときも、すぐにお受けしようということになりました。

「的川先生は弁慶です」

的川　シナリオを読まれてからは？

西田　JAXAの皆さんのご苦労に頭が下がりましたね。長い7年の間には、批判を受けたりつらい時期もあった。そういったものを全部引き受けて受け止めるのがこの役でした。的川先生に、しっかと立つ弁慶のようなイメージが重なりましたね。

的川　ははぁ、すると川口君が義経か（笑）。彼がプロマネになったのが確か39歳。ミッションのど真ん中の仕事は彼ら若いチームが懸命にやるので、私は役所だったり漁協だったり、一般の人たちとの接点だったりという、いってみれば外堀の仕事が役目でした。

西田　外堀も大事ですよ。ロケットの打ち上げ時期を漁協の皆さんと、昼夜を通して折衝するシーンも、なかなか評判が良かったですよ。

的川　漁協の会長さんとカラオケの持ち歌がかぶってしまったという小さなエピソードまで、映画に盛り込んでいただいて……。

西田　私も好きなエピソードです。実話なんですってね。

的川　映画と違って、本当はあれ、歌っちゃったんですよ。途中、雰囲気が変だなと思ったら、終わって漁協の方が「あれは会長の……」と。だからこれからご覧になる方に申し上げておきますが、映画の中のダジャレはどなたかが巧みにつくられたものです（笑）。

「魚釣りの気持ちはよく分かる」

西田　しかし漁業交渉といっても、要は魚とりを生業（なりわい）とする漁師さんに「しばらく漁をやめてくれ」という話じゃないですか。いくら日本の科学技術のためといっても、これは大変なことですよね。

的川　ちょうど「はやぶさ」打ち上げの5月はマグロの漁期で、うまくすれば一晩で2億円の水揚げもあるとか。

西田　よほどちゃんと腹をくくらないといけないですよね。相手の事情も含めて、全部懐に抱きしめていくような、キャパシティの大きさがないといけない。私、たまたま魚釣りの気持ちもよく分かるので、そこは気にしながら演じさせてもらった部分です。

的川　ありがとうございました。

「本物の再現にこだわった」

西田　今回は相模原の宇宙研でもずいぶんロケーションさせていただきました。ニュースで見ていた記者会見場やパブリックビューイングの会場で、「ああ、ここが本物なんだ」と、とっても心ワクワクし、うれしかったですね。

的川　映画の現場は今回初めて拝見したのですが、こんなにたくさんのスタッフが、と驚きましたね。その先頭に出るのが俳優さんであり、何か宇宙飛行士の立場と似ているなとも思いました。

西田　チームワークの仕事ですからね。管制室から「着地成功」の映像記録を見ながら、的川先生がどう動いて誰に話しかけ、どこでカメラに気づいたか、背後の人の重なり具合まで徹底的にディテールにこだわって作り、スタッフも盛り上がりました。スタッフみんなが悦に入っている、ぜひじっくり見ていただきたいシーンの1つです。

的川　パブリックビューで涙を流されるシーンもありましたよね。

西田　ウーメラ砂漠に「はやぶさ」が帰ってきて、だんだんだんだん燃え尽きるあのシーンですね。ここで泣かなきゃいけない芝居だということは一切なかったのですが、ごく自然に、自分自身が感動している状態で、それをただ撮ってもらうという感じでした。だからあれは演技ではなく、本涙（ほんなみだ）です。「僕はここにいるよ」と返事をしてくれる「はやぶさ君」が、もう心の中に生まれちゃっていたんでしょうね。

的川　科学技術とか宇宙技術の難しい話は別にして、あの帰還シーンはもう全国でお母さんたちとか子どもたちとか、ボロボロ泣いていました。

「なでしこ」との共通点

西田　映画の台詞で、これは的川先生のお気持ちだなと思ったのが「アメリカだったらでっかいロケットをいくつも打ち上げてやるところを、予算のない日本は、小さい1つのロケットで、この方法でやり通すんだ」という、あのスタンス。何か格好いいなと思うんです。そして考えてみたら「なでしこジャパン」とまったく同じ構造なんですよね。

的川　ははぁ、なるほど。

西田　生中継で決勝戦を見ましたが、アメリカのあの怒濤の攻め。ワンバック選手なんて、まともにやって勝てる相手にはとても見えない。でも、日本独自のやり方を通し、少ないチャンスを生かして勝つ、そういうチームだったんですね。日本が持っている、孤高の輝きとでも言うんでしょうか、そういったものにもっと自信を持つべきだと、「はやぶさ」からも「なでしこジャパン」からも教えられました。

的川　並べて語っていただけるとうれしいですね。

西田　西洋の個人主義的とかではなく、チームワークで耐えて耐えてあきらめずにがんばる。そういう日本人の持っているメンタリティにピシッとはまる、まるで忠臣蔵のような物語だったんだと思いますね。

的川　JAXAの広報という面で考えてみると、「はやぶさ」は認知度アップにもちろん貢献しているんだけれども、皆さんに感動してもらい、国民を元気づけるというもっと大きな役割を果たした。これは最高峰の広報活動なんですね。それによって「国づくり」に貢献していくという役割も、「はやぶさ」は、特に大震災以降に出てきたという感じがしているんです。

西田　宇宙に興味を持つ方だけでなく、いろんな形でメンタル的に今ちょっとつらいなあと思われている方々もご覧いただいたら、きっと力が湧いてくる、そういった力のある映画になったと僕は思いますね。

的川　西田さんはじめ役者さんや映画スタッフの皆さんのおかげで、まだまだ「はやぶさ」は大きな役割を果せそうです。本当にありがとうございました。

有人宇宙飛行50周年に寄せて
国際連合宇宙部の窓から

国連ウイーン本部の中庭。
国連加盟国193カ国の国旗が並ぶ

国際連合宇宙部とは

オーストリアのウィーンにある国連宇宙部（UNOOSA：The United Nations Office for Outer Space Affairs）は、国連における宇宙の平和利用に関する政策を担当する部門で、1959年の国際連合決議による国連宇宙空間平和利用委員会（COPUOS）の創設に伴って発足しました。

COPUOSは、宇宙空間の研究に対する援助、情報の交換、宇宙空間の平和利用のための方策や法律問題の検討を行い、これらの活動の報告を国連総会に提出することを任務とし、加盟国数は、日本を含む70カ国と、国連の中でも最も大きな委員会の一つとなっています。

国連宇宙部はこの委員会の事務局を務め、また世界のより多くの人々に宇宙開発の恩恵をもたらすことを目指した取り組みを進めています。

有人宇宙飛行／COPUOS50周年記念会合

今年は、61年に旧ソ連のガガーリンが人類初の宇宙飛行に成功してからちょうど50周年。COPUOSの初会合も同年に開催されたことから、今年6月初旬に、有人宇宙飛行／COPUOS50周年会合が国連ウィーン本部にて開催されました。

この記念会合では、これまでの宇宙活動の成果やこれからの人類の持続的発展に宇宙開発利用が必要であること、国際協力の重要性などを盛り込んだ「COPUOS50周年記念宣言」が採択されています。ラウンドテーブル「宇宙探査と人類の未来」では、世界の宇宙科学・技術をリードしてきたパネリストによる議論が行われ、日本からは、稲谷芳文JAXA宇宙科学研究所教授から、「はやぶさ」や日本の将来宇宙輸送システムなどの活動が紹介されました。

6月2日には宇宙飛行士パネルが開かれ、人類初の宇宙遊泳（スペースウォーク）を65年に成し遂げたロシアの英雄、アレクセイ・レオノフ氏は、"Together, we are better."（一人よりも皆で、一国よりも国際協力によって、われわれはより大きな力を発揮できる）と力を込めました。

「宇宙空間では何を感じるのか」との参加者からの問いに、"この地球も宇宙に浮かぶ星であることをぜひ意識してみてほしい"と応える欧州の宇宙飛行士。会場となったヨーロッパの歴史あふれるウィーン市庁舎の大ホールに、世界各国からの外交官や宇宙関係者、地元市民から学生までおよそ300名が集い、これまでの人類の宇宙活動の歩みと未来を見つめる夕べとなりました。

上・右●6月2日にウィーン市庁舎で開かれた宇宙飛行士パネル「次の50年に向けて」（国連宇宙部主催、ウィーン市共催）。左から土井隆雄国連宇宙応用課長（司会）、ロシア、アメリカ、日本／向井千秋飛行士、スイス、マレーシア、ドイツ、中国、韓国、オーストリア（司会）と、世界各地から11名の宇宙飛行士が登壇。JAXAの向井飛行士からは、宇宙医学の研究についても分かりやすく紹介。野口飛行士もゲスト参加。

右下●6月1日の記念式典では、国際宇宙ステーション（ISS）に滞在中のクルーからのビデオメッセージも。日本が誇るISS日本実験棟「きぼう」で撮影された

左下●記念展示の様子。日本の宇宙ステーション補給機「こうのとり」の模型

落合美佳
OCHIAI Mika
宇宙環境利用センター主査
国連宇宙部宇宙応用課に勤務。有人宇宙技術分野での国際協力を担当

宇宙科学技術の恩恵を人類・地球へ

国連宇宙部では、世界の人々の生活の向上、世界平和に貢献することを目標として、各種教育活動や、ワークショップ、セミナーの開催などを通じ、宇宙科学技術への理解を深めてもらう活動を進めていて、JAXAもこれまでワークショップの共催などにより国連の取り組みに協力してきています。こうした活動は、国連宇宙応用プログラムによって過去40年にわたり進められてきましたが、地球観測衛星を利用した天然資源管理や、環境監視といった分野から、最近では、宇宙科学技術の発展により、GNSS（GPS等の衛星航法システム）や宇宙技術に関する教育・研究の分野にもその活動が広がってきています。

有人宇宙飛行から50周年を迎えるなかで、昨年、国連宇宙部の新たな取り組みとして、「有人宇宙技術イニシアチブ（HSTI：Human Space Technology Initiative）」が立ち上がりました。国際宇宙ステーション（ISS）がいよいよ完成し本格的な利用が始まるなか、ISSの利用を通じて世界のより多くの人々が宇宙の恩恵を受け、人類の新たな科学技術の発展へとつなげていくことを目指して、これから世界の専門家を交えて議論が進められる予定です。

人類が宇宙に飛び出してから50年。宇宙ステーションに宇宙飛行士が長期滞在するまでになりましたが、家庭、学校、地域、世界の人たち皆さんでこれからの宇宙開発について思いをめぐらせる、そんな機会が増えていくことを担当者として願っています。

宇宙広報レポート

相模原キャンパス特別公開
より多くの来場者をよりゆったりお迎えするために

中庭で行われた探査ロボットの実演

「はやぶさ」実物大模型には人だかりが

太陽系探査コーナーは子供たちに大人気

JAXAの主な事業所では、見学コースの公開のほか、普段ご覧いただけない施設・設備の公開や研究開発の成果の発表を行う「特別公開」を実施しています。

相模原の特別公開が始まってから、はや二十余年が経ちます（当時は「一般公開」と呼称）。以前は一般の方の見学は事前申し込みによる団体見学に制限されていましたから、年に1日の公開日がほぼ唯一の交流の場でした。必然的にこの日には大勢の人が殺到して、会場内のいたるところに行列ができる事態になっていました。1万人を超える来場者をお迎えする職員は総勢わずか300。職員は目の前にいる来場者に誠心誠意対応しますが、来場者はそこまでなかなかたどり着けません。そこで、動線の確保や待ち行列の制御で混雑感を少しでも軽減しようと職員全体で取り組みはじめました。

それでも相模原の狭いキャンパス内に一度に受け入れられる人の数には限界がありますから、来場者数の増大は見込めません。そこで導入したのが、団体見学の受け入れ態勢の強化と、2007年から段階的に実施した常時公開(特に自由見学)です。これが功を奏して、団体見学者数はこの5年間で5倍に増え、そのさらに5倍の数の自由見学者を受け入れることができています。また、09年からは特別公開の際には隣接する相模原市立博物館や東京国立近代美術館フィルムセンター相模原分館の施設もお借りし、会場を広げることで来場者の拡散を図るほか、日程も2日連続の開催として、より多くの来場者を、よりゆったりとお迎えできるような環境を整えました。

進化する特別公開

今回も新しい試みをいくつか行うことができました。その1つが中庭に出店した「銀河連邦」ブースで、銀河連邦を構成する6市町（大樹町、大船渡市、能代市、佐久市、相模原市、肝付町）が食品を中心とする特産品の即売を行いました。例年食堂が混雑して食事や休憩をとるのに一苦労するのですが、今回は中庭に昼食会場を分散させることでゆとりをだすことができました。津波で被災した大船渡市の復興に向けてわずかながらお手伝いをできたこともうれしいことです。地元自治体との連携はますます深まっています。

また、昨年は工事中で使用できなかったフィルムセンターとの協力関係をさらに深めました。大人向けの「宇宙科学セミナー」は、今年も藤村・森田・川口・中村という豪華講師陣で実施。今回は1時間のセミナーだけでなく宇宙関連の短編映画の上映も行うことができました。上映された「黒い太陽」(1936年制作)は、戦前に北海道で観測された皆既日食を記録したドキュメンタリーで、当時の観測隊の様子や太陽に対する理解について知る貴重な機会となりました。

相模原市立博物館では従来から行ってきたプラネタリウム上映や「ミニミニ宇宙学校」に加え、特別展との連携もはかりました。火星探査機「のぞみ」の実物大模型や「イカロス」の帆の展示に驚かれた方も少なくないはずです。来年度以降も規模こそ縮小するにせよ、宇宙関連の特別展を特別公開に合わせて実施できないかと相談しているところです。

常時公開や講演会も拡充

相模原キャンパスでは展示ロビーを中心とした常時公開も拡充中で、少しずつ展示内容が変わっていることにお気づきになると思います。土日祝日には学生アルバイトが解説してくれています。進化し続ける特別公開・常時公開にご期待ください。

研究開発の成果を広くお伝えするという意味では一般向けの講演やイベントも重要で、全国各地で実施しています。「はやぶさ」関係者を中心として研究者が奔走しており、私も今年はすでに約140回分の予定が入っています。せっかくの機会ですので、是非とも大勢の方に参加いただきたいと思っています。お誘いあわせのうえお越しください。

阪本成一
SAKAMOTO Seiichi
宇宙科学研究所教授／宇宙科学広報・普及主幹。専門は電波天文学、星間物理学。宇宙科学を中心とした広報普及活動をはじめ、ロケット射場周辺漁民との対話や国際協力など「たいがいのこと」に挑戦中。写真は相模原市立博物館会場で「イカロス」に扮した1コマ

INFORMATION 1

ISS搭乗宇宙飛行士に油井、大西、金井宇宙飛行士を認定

JAXAでは、2009年4月より油井亀美也宇宙飛行士候補者と大西卓哉宇宙飛行士候補者に、09年9月より金井宣茂宇宙飛行士候補者に対し、国際宇宙ステーション（ISS）搭乗宇宙飛行士候補者の基礎訓練を約2年間実施してきました。この度、3名の宇宙飛行士候補者が全ての基礎訓練項目を修了したことから、7月25日付けでISS搭乗宇宙飛行士として認定しました。今後はNASAジョンソン宇宙センターを拠点とし、日本を含む各国で行われる宇宙飛行士としての知識・技能を向上させる訓練に参加します。日本の宇宙開発を担う期待の新星として、皆様の応援よろしくお願いいたします。

左から大西、金井、油井宇宙飛行士、立川理事長

INFORMATION 3

若田宇宙飛行士にロシアより宇宙開発功労メダル授与

8月2日、ロシア大使館において、日本人で初めて国際宇宙ステーションに長期滞在した若田光一宇宙飛行士と、日本人初の宇宙飛行を行った元TBS記者の秋山豊寛さんに、宇宙開発功労のメダルが授与されました。ガガーリンが人類初の宇宙飛行に成功してから50年を迎えた今年、4月にロシアで記念行事が行われ、行事に参加していた野口聡一宇宙飛行士がメドベージェフ大統領から同メダルを受け取りました。若田宇宙飛行士と秋山さんにもこの時授与が決まっていました。

若田宇宙飛行士は「このメダル授与は、有人活動に携わる日本の皆さんが称賛されたのであって、私たちを支えてくれた皆さんに感謝したい。東日本の震災の後、われわれは大変な時代を迎えているが、皆さんと一緒に自分のできるところで努力していきたい。この50年間、先進国間の競争の中で宇宙技術における発展があった。今は、国際協力のもと宇宙を『利用する』時代になった」と述べました。

スピーチを行う若田宇宙飛行士

INFORMATION 2

「あかつき」、2015年11月に再度金星軌道投入へ

©池下章裕

JAXAは、金星探査機「あかつき」を、2015年11月に金星軌道へ再投入させる計画を発表しました。「あかつき」は10年12月に金星軌道への投入に失敗し、現在は太陽のまわりを約7カ月で1周する軌道上にあり、15年11月に金星に再接近します。地上試験で不具合の原因解析、検証実験を行った結果、何らかの原因で逆流した酸化剤と、燃料が反応して塩が生成され、それが原因で逆止弁が閉じ、その結果、軌道制御エンジンのスラスタノズルが破損した可能性が高いことが分かりました。今後は、破損したスラスタノズルの再着火時に衝撃を和らげる手法などを地上試験で検討し、再投入に向けた準備を行っていきます。

「あかつき」の最新状況は、こちらでご覧いただけます。

「あかつき」チームツイッター：
http://twitter.com/Akatsuki_JAXA

「あかつき」プロジェクトサイト：
http://www.stp.isas.jaxa.jp/venus/

INFORMATION 4

JAXA白木技術参与が第35回Alan D. Emil記念賞受賞

国際宇宙航行連盟（IAF）の審査委員会において、JAXA白木邦明技術参与の第35回Alan D. Emil記念賞の受賞が決定しました。1994年に受賞した齋藤成文氏（69年宇宙開発事業団理事、75〜77年日本ロケット協会会長）に続き、単独日本人としては2人目の受賞となります。Alan D. Emil記念賞は、宇宙科学、宇宙技術、宇宙医学、宇宙法の分野で顕著な功績を残した人物に贈られます。白木技術参与は、国際宇宙ステーション（ISS）の成功と輸送システム技術への貢献が認められ、今回の受賞となりました。今年10月に南アフリカ共和国のケープタウンで行われる第62回国際宇宙航行会議（IAC）において授賞式が開催される予定です。

INFORMATION 5

JAXAシンポジウム2011 東京、京都で開催

7月7日、JAXAシンポジウム2011 in東京『「はやぶさ」の成果と宇宙での長期滞在』が、サイエンス作家の竹内薫氏をナビゲーターに迎えて開催されました。第1部では『「はやぶさ」が持ち帰った宝物　イトカワのチリが教えてくれるもの』として、安部正真准教授が微粒子の分析状況や、「はやぶさ2」プロジェクトについて紹介。分析の結果、46億年以上前の地球が誕生する以前にイトカワが存在したことを解説しました。第2部の『ガガーリンから50年　宇宙は挑む時代から暮らす時代へ』では野口聡一宇宙飛行士が登場し、「ガガーリンが初めて宇宙に行ってからおよそ50年。国別の滞在日数で日本は第3位。日本人としての宇宙生活の経験が蓄積され、成果が広がっていくことが大きな意義だ」と述べ、さらに東日本大震災で、陸域観測技術衛星「だいち」の観測画像が活用されたエピソードなどが紹介されました。

7月30日には京都のけいはんなプラザで開催され、若田光一宇宙飛行士が、参加各国の国際協力のもとで運用されている国際宇宙ステーションの意義について紹介。現在長期滞在中の古川聡宇宙飛行士については、「クルーの命を守るメディカルオフィサーの役割や、遠隔医療装置の検証など、医師である古川宇宙飛行士でなければできないミッションがたくさんある」と紹介しました。

ナビゲーターの竹内薫氏（左）と、野口宇宙飛行士（右）

イトカワ微粒子の分析状況を解説する安部正真准教授

満席となった有楽町朝日ホール

新副委員長からの挨拶

8月からJAXA's編集委員会の副委員長となりました、寺田です。前職は準天頂衛星「みちびき」のプロジェクトマネージャでした。衛星開発や利用の現場の視点を活かし、ますます読みごたえのある誌面を作っていきたいと思っています。ご期待ください。

JAXA's
宇宙航空研究開発機構機関誌 No.040

発行企画●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
編集制作●財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー

2011年9月1日発行

JAXA動画を観よう！

JAXAではさまざまな動画コンテンツを配信しています。
ぜひ遊びに来てください。

JAXA Channel

JAXAチャンネルでは、宇宙航空分野の最新映像やJAXAのプロジェクト紹介ビデオ、教育現場で使えるキッズコンテンツなど、JAXAの映像ソフトや観測映像を配信しています。

http://www.youtube.com/jaxachannel

Potcast配信

「はやぶさ」や「あかつき」などの宇宙機たちが自らの旅を振り返る物語「JAXA　ぼくらの宇宙大冒険」や、宇宙航空の旬の話題をお送りするトークセッション「ピックアップトークJAXA」の開催の様子をお届けしています。お手元のパソコンや携帯プレーヤーに音声ファイルをダウンロードして、気軽にお楽しみください。
※Podcastは、ブロードバンド接続されたお手元のパソコンや携帯プレーヤーに、音楽・音声や映像ファイルをお届けする手法です。「ポッドキャスト」は音声ファイルを、「ビデオポッドキャスト」は映像ファイルをダウンロードしてお楽しみいただけます。代表的なソフトウェアはApple社のiTunes（無料ソフト）ですが、それ以外のソフトウェアを用いることもできます。

http://www.jaxa.jp/pr/podcast/index_j.html

Facebook

JAXAのニュースを発信しています。
「いいね！」を押して、JAXAとつながってみませんか。

日本語版ページ
http://ja-jp.facebook.com/jaxa.jp
英語版ページ
http://ja-jp.facebook.com/jaxa.en

「JAXA's」配送サービスを開始しました。ご自宅や職場など、ご指定の場所へJAXA'sを配送します。本サービスご利用には、配送に要する実費をご負担いただくことになります。詳しくは下記ウェブサイトをご覧ください。
http://www.jaxas.jp/
●お問い合わせ先
財団法人日本宇宙フォーラム 広報・調査事業部
「JAXA's」配送サービス窓口
TEL:03-6206-4902

広報部　〒100-8260 東京都千代田区丸の内1-6-5
丸の内北口ビルディング3階
TEL:03-6266-6400　FAX:03-6266-6910

JAXAウェブサイト　http://www.jaxa.jp/
メールサービス　http://www.jaxa.jp/pr/mail/
JAXA's配送サービス　http://www.jaxas.jp/